

Rec'd PCT/JP

07 JUN 2005

10/520467

PCT/JP 03/08423

04.08.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 19 SEP 2003

W.F.O. PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 7月 8日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-198712  
[ST. 10/C]: [JP2002-198712]

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社安川電機

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

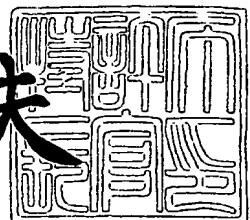
CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

2003年 9月 4日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P-41874  
【提出日】 平成14年 7月 8日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H02P 7/63  
【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

【氏名】 井浦 英昭

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

【氏名】 野中 和浩

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

【氏名】 寺薊 裕一

【特許出願人】

【識別番号】 000006622

【氏名又は名称】 株式会社安川電機

【代理人】

【識別番号】 100105647

【弁理士】

【氏名又は名称】 小栗 昌平

【電話番号】 03-5561-3990

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100105474

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 弘徳

【電話番号】 03-5561-3990

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013930

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0002919

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 交流電動機の制御方法及び制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 交流電動機へ任意の電力を出力する電力変換器と、  
前記交流電動機に供給される電流を検出する電流検出回路と、  
前記交流電動機に供給される電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、

前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、

前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、  
与えられた出力周波数指令から交流電動機の誘起電圧を演算する  $V/f$  変換回路と、

与えられた出力周波数指令を積分することにより得られる位相角を演算する位相角演算回路と、

前記励磁電流制御回路と前記トルク電流制御回路と前記  $V/f$  変換回路から出力される電圧指令から出力電圧の大きさ及び位相を演算する出力電圧演算回路とを備え、

前記出力電圧演算回路から出力する電圧の大きさと位相に前記位相角演算回路から出力される位相角を加え、前記電力変換器のスイッチングを決定する制御方法で、かつそのための速度検出器と電圧検出器を持たない交流電動機の制御方法であって、フリーラン状態の前記交流電動機の始動する際に、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動し、周波数調整回路により出力周波数を前記交流電動機の速度と一致させる制御方法において、

前記周波数調整回路に設定した回転方向及び周波数が実際の交流電動機の回転方向及び速度と離れていることを前記交流電動機に流れる電流の大きさから推定することを特徴とする交流電動機の制御方法。

【請求項 2】 前記周波数調整回路に設定した回転方向及び周波数が実際の交流電動機の回転方向及び速度と離れていることを推定する基準は、前記交流電動機に流れる電流の大きさが設定した電流のレベル以上の状態が設定した時間継続した場合とすることを特徴とする請求項 1 記載の交流電動機の制御方法。

【請求項 3】 前記周波数調整回路に設定した回転方向及び周波数が実際の交流電動機の回転方向及び速度と離れていることを推定した後、前記交流電動機の再始動を中断し、再度前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し直し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に再設定して再始動することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の交流電動機の制御方法。

【請求項 4】 前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し直す際に、

その速度の推定値は、前回推定した速度よりも設定した速度だけ下げた値または周波数調整回路の最終出力値が上限値となるように推定して、その推定値に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動することを特徴とする請求項 3 記載の交流電動機の制御方法。

【請求項 5】 交流電動機へ任意の電力を出力する電力変換器と、

前記交流電動機に供給される電流を検出する電流検出回路と、

前記交流電動機に供給される電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、

前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、

前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、

与えられた出力周波数指令から交流電動機の誘起電圧を演算する  $V/f$  変換回路と、

与えられた出力周波数指令を積分することにより得られる位相角を演算する位相角演算回路と、

前記励磁電流制御回路と前記トルク電流制御回路と前記  $V/f$  変換回路から出

力される電圧指令から出力電圧の大きさ及び位相を演算する出力電圧演算回路とを備え、

前記出力電圧演算回路から出力する電圧の大きさと位相に前記位相角演算回路から出力される位相角を加え、前記電力変換器のスイッチングを決定する制御装置で、かつそのための速度検出器と電圧検出器を持たない交流電動機の制御装置であって、フリーラン状態の前記交流電動機の始動する際に、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動し、周波数調整回路により出力周波数を前記交流電動機の速度と一致させる制御装置において、

前記周波数調整回路に設定した回転方向及び周波数が実際の交流電動機の回転方向及び速度と離れていることを前記交流電動機に流れる電流の大きさから推定する誤設定推定手段を備えたことを特徴とする交流電動機の制御装置。

【請求項 6】 前記誤設定推定手段が前記交流電動機に流れる電流の大きさから誤設定と推定する基準は、前記交流電動機に流れる電流の大きさが設定した電流のレベル以上の状態が設定した時間継続した場合とすることを特徴とする請求項 5 記載の交流電動機の制御装置。

【請求項 7】 前記誤設定推定手段が誤設定と推定した後、前記交流電動機の再始動を中断し、再度前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し直し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に再設定して再始動することを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の交流電動機の制御装置。

【請求項 8】 前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し直す際に、

その速度の推定値は、前回推定した速度よりも設定した速度だけ下げた値または周波数調整回路の最終出力値が上限値となるように推定して、その推定値に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動することを特徴とする請求項 7 記載の交流電動機の制御方法。

【請求項 9】 交流電動機へ任意の電力を出力する電力変換器と、

前記交流電動機に供給される電流を検出する電流検出回路と

前記交流電動機に供給される電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、

前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、

前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、

与えられた出力周波数指令から交流電動機の誘起電圧を演算する  $V/f$  変換回路と、

与えられた出力周波数指令を積分することにより得られる位相角を演算する位相角演算回路と、

前記励磁電流制御回路と前記トルク電流制御回路と前記  $V/f$  変換回路から出力される電圧指令から出力電圧の大きさ及び位相を演算する出力電圧演算回路とを備え、

前記出力電圧演算回路から出力する電圧の大きさと位相に前記位相角演算回路から出力される位相角を加え、前記電力変換器のスイッチングを決定する制御方法で、かつそのための速度検出器と電圧検出器を持たない交流電動機の制御方法であって、フリーラン状態の前記交流電動機の始動する際に、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を設定した時間だけ印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動し、周波数調整回路により出力周波数を前記交流電動機の速度と一致させる方法において、

直流電流あるいは直流電圧を印加する時間は、前記交流電動機の推定下限値あるいは二次回路時定数の設定値から演算される値の長い方を設定することを特徴とする交流電動機の制御方法。

【請求項 10】 前記直流電流あるいは直流電圧印加する時間内に、二次電流の周波数が測定できない場合には、前記交流電動機が停止していると判断して、予め設定していた最低周波数または零周波数を周波数調整回路に入力することを特徴とする請求項 9 記載の交流電動機の制御方法。

【請求項 11】 交流電動機へ任意の電力を出力する電力変換器と、  
前記交流電動機に供給される電流を検出する電流検出回路と  
前記交流電動機に供給される電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、  
前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、  
前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、  
与えられた出力周波数指令から交流電動機の誘起電圧を演算する  $V/f$  変換回路と、  
与えられた出力周波数指令を積分することにより得られる位相角を演算する位相角演算回路と、

前記励磁電流制御回路と前記トルク電流制御回路と前記  $V/f$  変換回路から出力される電圧指令から出力電圧の大きさ及び位相を演算する出力電圧演算回路とを備え、

前記出力電圧演算回路から出力する電圧の大きさと位相に前記位相角演算回路から出力される位相角を加え、前記電力変換器のスイッチングを決定する制御装置で、しかもそのための速度検出器と電圧検出器を持たない交流電動機の制御装置であって、フリーラン状態の前記交流電動機の始動する際に、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を設定した時間だけ印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動し、周波数調整回路により出力周波数を前記交流電動機の前記速度と一致させる交流電動機の制御装置において、

直流電流あるいは直流電圧を印加する時間は、前記交流電動機の推定下限値あるいは二次回路時定数の設定値から演算される値の長い方を設定することを特徴とする交流電動機の制御装置。

【請求項 12】 前記直流電流あるいは直流電圧印加する時間内に、二次電流の周波数が測定できない場合には、前記交流電動機が停止していると判断して、予め設定していた最低周波数または零周波数を周波数調整回路に入力することを



特徴とする請求項 11 記載の交流電動機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は交流電動機を始動する場合に、フリーラン状態の交流電動機の手速を推定して、推定した手速で運転することにより、スムーズに交流電動機を始動することを特徴とする交流電動機の制御方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

特開 2001-161094 号公報記載の交流電動機の制御方法は、交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と前記電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、前記電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、任意の直流電流を設定した時間供給し、前記電力変換器の出力電流検出信号に表れる周波数成分を検出し、この周波数成分から前記交流電動機の手速を推定するものである。

しかしながら、特開 2001-161094 号公報記載の方法において、前記交流電動機に残留電圧が大きく残っていた場合には、その残留電圧が影響して、実際の交流電動機の手速と異なる手速を推定してしまうことがある。この場合、電力変換器に推定した手速に相当する周波数を設定して始動すると、前記交流電動機が誤検出した手速に近づくように大きな電流が流れ、スムーズに再始動できなくなる場合があった。

また、特願 2002-80891 号公報記載の交流電動機の制御方法は、周波数調整回路に予め設定した周波数と検出した回転方向を設定し、トルク電流検出値を入力として、トルク電流検出値が正であれば、出力周波数を下げ、トルク電流検出値が負であれば、出力周波数を上げ、トルク電流検出値を 0 に近づけるように出力周波数を調整することにより、フリーラン状態の前記交流電動機と前記電力変換器の出力周波数を一致させスムーズに始動するようにしている。

しかしながら、この場合でも、トルク電流検出値を 0 に近づけるように出力周波数を調整したがスムーズに再始動できなくなる場合があった。

## 【0003】

また、前述の特開 2001-161094 号公報記載の交流電動機の制御方法においては、交流電動機がフリーラン状態にある場合に任意の直流電流を設定した時間供給するとあるが、その設定時間の決定方法については何ら具体的に触れていない。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明はこれらの課題を解決するもので、フリーラン状態にある交流電動機の再始動時における回転方向あるいは速度の推定を間違えた場合、これを誤推定と素早く判断できるようにしてフリーラン状態の交流電動機をスムーズに再始動することができ、

また、フリーラン状態にある交流電動機の再始動時に交流電動機に印加する直流電流の印加時間を正確に設定することにより、同じくフリーラン状態の交流電動機をスムーズに再始動することができる交流電動機の制御方法及び制御装置を得ることを目的としている。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、請求項 1 記載の交流電動機の制御方法の発明は、交流電動機へ任意の電力を出力する電力変換器と、前記交流電動機に供給される電流を検出する電流検出回路と、前記交流電動機に供給される電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、与えられた出力周波数指令から交流電動機の誘起電圧を演算する  $V/f$  変換回路と、与えられた出力周波数指令を積分することにより得られる位相角を演算する位相角演算回路と、前記励磁電流制御回路と前記トルク電流制御回路と前記  $V/f$  変換回路から出力される電圧指令から出力電圧の大きさ及び位相を演算する出力電圧演算回路とを備え、前記出力電圧演算回路から出力する電圧の大きさと位相に前記位相角演算回

路から出力される位相角を加え、前記電力変換器のスイッチングを決定する制御方法で、かつそのための速度検出器と電圧検出器を持たない交流電動機の制御方法であって、フリーラン状態の前記交流電動機の始動する際に、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動し、周波数調整回路により出力周波数を前記交流電動機の速度と一致させる制御方法において、前記周波数調整回路に設定した回転方向及び周波数が実際の交流電動機の回転方向及び速度と離れていることを前記交流電動機に流れる電流の大きさから推定することを特徴とする。

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の交流電動機の制御方法において、前記周波数調整回路に設定した回転方向及び周波数が実際の交流電動機の回転方向及び速度と離れていることを推定する基準が、前記交流電動機に流れる電流の大きさが設定した電流のレベル以上の状態が設定した時間継続した場合とすることを特徴とする。

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 又は 2 記載の交流電動機の制御方法において、前記周波数調整回路に設定した回転方向及び周波数が実際の交流電動機の回転方向及び速度と離れていることを推定した後、前記交流電動機の再始動を中断し、再度前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し直し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に再設定して再始動することを特徴とする。

請求項 4 記載の発明は、請求項 3 記載の交流電動機の制御方法において、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し直す際に、その速度の推定値は、前回推定した速度よりも設定した速度だけ下げた値または周波数調整回路の最終出力値が上限値となるように推定して、その推定値に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動することを特徴とする。

#### 【0006】

請求項 5 の交流電動機の制御装置の発明は、交流電動機へ任意の電力を出力す

る電力変換器と、記交流電動機に供給される電流を検出する電流検出回路と、前記交流電動機に供給される電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、与えられた出力周波数指令から交流電動機の誘起電圧を演算する  $V/f$  変換回路と、与えられた出力周波数指令を積分することにより得られる位相角を演算する位相角演算回路と、前記励磁電流制御回路と前記トルク電流制御回路と前記  $V/f$  変換回路から出力される電圧指令から出力電圧の大きさ及び位相を演算する出力電圧演算回路とを備え、前記出力電圧演算回路から出力する電圧の大きさと位相に前記位相角演算回路から出力される位相角を加え、前記電力変換器のスイッチングを決定する制御装置で、かつそのための速度検出器と電圧検出器を持たない交流電動機の制御装置であって、フリーラン状態の前記交流電動機の始動する際に、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動し、周波数調整回路により出力周波数を前記交流電動機の速度と一致させる制御装置において、前記周波数調整回路に設定した回転方向及び周波数が実際の交流電動機の回転方向及び速度と離れていることを前記交流電動機に流れる電流の大きさから推定する誤設定推定手段を備えたことを特徴とする。

請求項 6 記載の発明は、請求項 5 記載の交流電動機の制御装置において、前記誤設定推定手段が前記交流電動機に流れる電流の大きさから誤設定と推定する基準が、前記交流電動機に流れる電流の大きさが設定した電流のレベル以上の状態が設定した時間継続した場合とすることを特徴とする。

請求項 7 記載の発明は、請求項 5 又は 6 記載の交流電動機の制御装置において、前記誤設定推定手段が誤設定と推定した後、前記交流電動機の再始動を中断し、再度前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し直し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に再設定して再始動することを特徴とする

。

請求項 8 記載の発明は、請求項 7 記載の交流電動機の制御装置において、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し直す際に、その速度の推定値が、前回推定した速度よりも設定した速度だけ下げた値または周波数調整回路の最終出力値が上限値となるように推定して、その推定値に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動することを特徴とする。

#### 【0007】

請求項 9 記載の交流電動機の制御方法の発明は、交流電動機へ任意の電力を出力する電力変換器と、前記交流電動機に供給される電流を検出する電流検出回路と、前記交流電動機に供給される電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、与えられた出力周波数指令から交流電動機の誘起電圧を演算する  $V/f$  変換回路と、与えられた出力周波数指令を積分することにより得られる位相角を演算する位相角演算回路と、前記励磁電流制御回路と前記トルク電流制御回路と前記  $V/f$  変換回路から出力される電圧指令から出力電圧の大きさ及び位相を演算する出力電圧演算回路とを備え、前記出力電圧演算回路から出力する電圧の大きさと位相に前記位相角演算回路から出力される位相角を加え、前記電力変換器のスイッチングを決定する制御方法で、かつそのための速度検出器と電圧検出器を持たない交流電動機の制御方法であって、フリーラン状態の前記交流電動機の始動する際に、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を設定した時間だけ印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動し、周波数調整回路により出力周波数を前記交流電動機の速度と一致させる方法において、直流電流あるいは直流電圧を印加する時間は、前記交流電動機の推定下限値あるいは二次回路時定数の設定値から演算される値の長い方を設定することを特徴とする。

請求項 10 記載の発明は、請求項 9 記載の交流電動機の制御方法において、前記直流電流あるいは直流電圧印加する時間内に、二次電流の周波数が測定できない場合には、前記交流電動機が停止していると判断して、予め設定していた最低周波数または零周波数を周波数調整回路に入力することを特徴とする。

#### 【0008】

請求項 11 記載の交流電動機の制御装置の発明は、交流電動機へ任意の電力を出力する電力変換器と、前記交流電動機に供給される電流を検出する電流検出回路と、前記交流電動機に供給される電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、与えられた出力周波数指令から交流電動機の誘起電圧を演算する  $V/f$  変換回路と、与えられた出力周波数指令を積分することにより得られる位相角を演算する位相角演算回路と、前記励磁電流制御回路と前記トルク電流制御回路と前記  $V/f$  変換回路から出力される電圧指令から出力電圧の大きさ及び位相を演算する出力電圧演算回路とを備え、前記出力電圧演算回路から出力する電圧の大きさと位相に前記位相角演算回路から出力される位相角を加え、前記電力変換器のスイッチングを決定する制御装置で、しかもそのための速度検出器と電圧検出器を持たない交流電動機の制御装置であって、フリーラン状態の前記交流電動機の始動する際に、前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を設定した時間だけ印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し、その回転方向及び速度に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動し、周波数調整回路により出力周波数を前記交流電動機の速度と一致させる交流電動機の制御装置において、直流電流あるいは直流電圧を印加する時間は、前記交流電動機の推定下限値あるいは二次回路時定数の設定値から演算される値の長い方を設定することを特徴とする。

請求項 12 記載の発明は、請求項 11 記載の交流電動機の制御装置において、前記直流電流あるいは直流電圧印加する時間内に、二次電流の周波数が測定できない場合には、前記交流電動機が停止していると判断して、予め設定していた最

低周波数または零周波数を周波数調整回路に入力することを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について、図面を参照して説明する。

まず、本発明の第1の実施の形態について説明する。

第1の実施の形態は、交流電動機の再始動時に前記交流電動機に流れる電流が設定した電流レベル以上の状態で設定した時間継続した場合に、回転方向あるいは速度の推定を間違えたと判断して、再度直流電流あるいは直流電圧を印加して、交流電動機の回転方向及び速度を推定するものである。

図1は本発明における交流電動機の制御装置の第1の実施形態の構成を示すブロック図である。本実施形態における電動機の制御装置は、電力変換器1、交流電動機2、電流検出器3、電流座標変換回路4、トルク電流制御回路5、励磁電流制御回路6、位相演算回路7、V/f変換回路8、出力電圧演算回路9、スイッチングパターン発生回路10、周波数調整回路11を備えている。

電力変換器1は、パワー素子により三相交流を変換した直流電圧をPWM制御方式により任意の周波数と電圧の交流に変換し、交流電動機2に供給する。

電流検出器3は、前記交流電動機2に供給される電流を検出する。

電流座標変換回路4は、前記電流検出器3で検出された電流をトルク電流検出値  $i_{qfb}$  と励磁電流検出値  $i_{dfb}$  に分離する。

トルク電流制御回路5は、与えられたトルク電流指令値  $i_{qref}$  と前記トルク電流検出値  $i_{qfb}$  とが一致するように第1のq軸電圧指令値  $V'_{qref}$  を演算する。

励磁電流制御回路6は、与えられた励磁電流指令値  $i_{dref}$  と前記励磁電流検出値  $i_{dfb}$  とが一致するようにd軸電圧指令値  $d_{ref}$  を演算する。

位相演算回路7は、与えられた周波数  $f_1$  を積分することにより、位相  $\theta$  を演算する。

V/f変換回路8は、前記与えられた周波数  $f_1$  から、交流電動機の誘起電圧に相当する電圧  $E_{ref}$  を演算する。

出力電圧演算回路9は、前記トルク電流制御回路5の出力である第1のq軸電圧指令値  $V'_{qref}$  と前記V/f変換回路8の出力である電圧  $E_{ref}$  を加算し、第

2 の q 軸電圧指令値  $V_{qref}$  を演算し、前記第 2 の q 軸電圧指令値  $V_{qref}$  と前記 d 軸電圧指令値  $d_{ref}$  とから、出力電圧指令値  $V_{lref}$  とその電圧位相  $\theta_v$  を出力する。

スイッチングパターン発生回路 10 は、前記出力電圧指令値  $V_{lref}$  及び前記電圧位相  $\theta_v$  と前記位相  $\theta$  を加算した電力変換器出力位相  $\theta_{deg}$  から、電力変換器 1 のスイッチングパターンを決定する。

周波数調整回路 11 は、フリーラン状態の交流電動機 2 を再始動する場合に、前記電力変換器 1 から出力される周波数を調整することによりスムーズに始動できるようにするための回路である。

フリーラン状態の前記交流電動機 2 の回転方向及び速度を推定するために、任意に設定した時間、励磁電流指令値  $i_{dref}$  に直流電流指令を与えた後、直流電流指令の符号と大きさを変えて電流制御し、トルク電流検出値  $i_{qfb}$  の変化を測定する。

#### 【0010】

本発明では、フリーラン状態の交流電動機を始動させる際に、交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時に流れる二次電流から交流電動機の回転方向及び速度を推定している。図 2 は交流電動機 2 が正転でフリーランしている場合、図 3 は交流電動機 2 が逆転でフリーランしている場合を示し、各図において、(a) は交流電動機 2 の励磁電流検出値  $i_{dfb}$ 、(b) は交流電動機 2 のトルク電流検出値  $i_{qfb}$  の時間変化を示している。

図 2 において、(a) のような時刻  $t_1$  で負の矩形波の励磁電流検出値  $i_{dfb}$  が交流電動機 2 に流れるようにすると、正転でフリーランしている交流電動機 2 の場合 (b) のように正方向へ立ち上がる波形のトルク電流検出値  $i_{qfb}$  が発生する。

逆に、図 3 のように、(a) のような時刻  $t_1$  で負の矩形波の励磁電流検出値  $i_{dfb}$  が交流電動機 2 に流れるようにすると、逆転でフリーランしている交流電動機 2 の場合 (b) のように同じく負方向へ向かう波形のトルク電流検出値  $i_{qfb}$  が発生する。

そこでこの点に着目して、検出したトルク電流検出値  $i_{qfb}$  の時間変化から回



転方向を検出することができ、またこのトルク電流検出値  $i_{qfb}$  の周波数を計測することにより前記交流電動機 の速度推定することができる。

#### 【0011】

このようにして推定した交流電動機 2 の回転方向及び速度推定値は、周波数調整回路 11 に設定され、運転される。周波数調整回路 11 はトルク電流検出値  $i_{qfb}$  が 0 になるように周波数を調整して、交流電動機 2 のフリーラン状態の速度と前記電力変換器の出力周波数を一致させることにより、交流電動機 2 をスムーズに始動することができる。

そして本発明では、速度推定値あるいは回転方向を誤検出してしまった場合に、そのことを自動的に検出して、再度、直流電流を印加して、トルク電流検出値  $i_{qfb}$  の時間変化から前記交流電動機 の回転方向及び速度を推定するようにしている。すなわち、周波数調整回路に設定した回転方向及び周波数が実際の交流電動機 の回転方向及び速度と離れていることを交流電動機に流れる電流の大きさから推定することとしており、具体的には交流電動機に流れる電流の大きさが設定した電流のレベル以上の状態が設定した時間継続したことを要件としている。そして、その要件が満たされた場合、交流電動機 の再始動を中断し、再度前記交流電動機に直流電流あるいは直流電圧を印加し、その時流れる二次電流から前記交流電動機 の回転方向及び速度を推定し直すものである。この場合の推定し直しの際に、その速度の推定値は、前回推定した速度よりも設定した速度だけ下げた値または周波数調整回路の最終出力値が上限値となるように推定して、その推定値に相当する周波数を周波数調整回路に設定して始動するようにしている。

#### 【0012】

次に、フリーラン状態になった交流電動機を再始動する本実施の形態の動作について、図 1 および図 6 を用いて詳細に説明する。

交流電動機 2 がフリーラン状態の場合、図 1 の 3 つのスイッチ  $S1 \sim S3$  が A 側の通常運転状態から、B 側のフリーラン始動状態になる。そのため、トルク電流指令値  $i_{qref} = 0$  となり、励磁電流指令は前記  $V/f$  変換回路 8 から出力され、出力周波数  $f1$  は前記周波数調整回路 11 からの出力となる。但し、前記出力周波数調整回路 11 には、零周波数を初期値として設定する。こうして、設

定した時間任意の直流電流（図2又は図3の（a）参照）を交流電動機2に供給する（ステップS1）。この時に流れるトルク電流検出値  $i_{qfb}$ （図2又は図3の（b）参照）から周波数及び回転方向を推定する（ステップS2）。この推定結果から、この周波数及び回転方向を前記出力周波数調整回路11に設定し直す（ステップS3）。

前記出力周波数調整回路11に周波数及び回転方向を再設定すると、前記  $V/f$  変換回路8は、二次回路時定数に従い磁束が立ち上がるように励磁電流指令を演算し、前記磁束と前記設定された周波数  $f_1$  から、交流電動機の誘起電圧に相当する電圧  $E_{ref}$  を演算して出力する。

周波数調整回路11では、トルク電流検出値  $i_{qfb}$  が0に近づくようにトルク電流検出値  $i_{qfb}$  が正であれば、周波数を減らし、トルク電流検出値  $i_{qfb}$  が負であれば、出力周波数を増やすように調整する。

磁束が通常運転時のレベルになった後、トルク電流検出値  $i_{qfb}$  が0に近いある設定レベルに達すると（すなわち、交流電動機に流れる電流が設定レベル以上の大きさの状態で任意の時間継続しなくなると（ステップS4でNO））、正常に始動できたと判断して、3つのスイッチS1～S3がA側に切り替わる（ステップS7）。

ところが、周波数調整回路11で周波数を調整している際に、前記交流電動機に流れる電流が任意の設定レベル以上の大きさの状態で任意の時間継続した場合（ステップS4でYES）、本実施の形態により、明らかに異常な状態であると判定される（ステップS5）。この状態は前記交流電動機の回転方向と前記周波数調整回路11に設定されている回転方向が異なるか、前記交流電動機の前記周波数調整回路11に設定されている周波数の設定値が大きく離れている場合である。

この状態を検出した場合には、一度前記電力変換器を停止して（ステップS6）、再度直流電流を印加するステップS1に戻り、前記交流電動機の回転方向及び速度を推定し直し、前記周波数調整回路に再設定する。

ここで、前記交流電動機の前記速度推定値の上限値として、前回推定した周波数から任意のレベルの値を減じた値もしくは前記周波数調整回路が最後に出力した周

波数とする。これにより、再度推定した場合の誤検出を抑制することができる。

また、上記実施例では、交流電動機 2 に流れる電流をトルク電流と励磁電流に分離して、それぞれ独立に制御するベクトル制御を行う電力変換装置として説明したが、 $V/f$  一定制御を行う電力変換装置においても、フリーラン始動時に交流電動機に流れる電流をトルク電流と励磁電流に分離して、をそれぞれ独立に制御する電流制御回路を付加すれば、全く同様の処理で本発明を実施することができる。

### 【0013】

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

第 2 の実施の形態では、励磁電流指令値  $i_{dref}$  に直流電流指令を与える任意の時間の設定方法に関するもので、任意の直流電流の印加時間を交流電動機の推定速度の下限值もしくは二次回路時定数の長い方を設定することにより、交流電動機の回転方向及び速度を確実に推定している。

トルク電流検出値の周波数の一測定方法として、正側のピークと負側のピークの周期または零クロスポイント間の周期を測定する方法がある。

ところが、図 4 のように正側のピークと負側のピークの周期  $T_1$  または零クロスポイント間の周期  $T_2$  が測定できない場合には、周波数が検出できなくなってしまう。このため、周波数の検出が可能なように直流電流を流しつづけなければならない。

しかしながら、前記交流電動機が低速でフリーランしている場合には、前記電力変換器を零周波数または出力可能な最低周波数から始動してもほとんどショックがなくスムーズに始動できることに着目し、このため、予め前記交流電動機のフリーラン時の速度推定値に下限値を設定しておき、その速度以下の場合は停止していると判断し、速度推定値を予め設定した値または零周波数として、前記周波数調整回路に設定することとしている。

### 【0014】

また、二次回路時定数の長い交流電動機においては、残留電圧の影響でトルク電流検出値  $i_{qfb}$  が図 5 のような波形となり、正しく回転方向を検出できない場合がある。このため、残留電圧の影響を打ち消すために、二次回路時定数または

二次回路時定数に比例するような時間だけ直流を印加するようにしている。

このようにすることにより、印加された直流によって残留電圧が打ち消されて、図5のような波形が図2（又は図3）のような検出し易い波形となり、回転方向を確実に推定することができるようになる。

従って、直流電流指令を与える任意の時間の設定方法は、予め設定した速度推定値に下限値から演算される時間、または二次回路時定数もしくは二次回路時定数に比例するような時間の長い方とするのがよい。

フリーラン状態になった交流電動機を再始動する場合の動作については、第1の実施の形態のところで詳述したので、ここでは省略する。

また、本発明の説明では、交流電動機2に流れる電流をトルク電流と励磁電流に分離して、それぞれ独立に制御するベクトル制御を行う電力変換装置として説明したが、 $V/f$ 一定制御を行う電力変換装置においても、フリーラン始動時に交流電動機に流れる電流をトルク電流と励磁電流に分離して、をそれぞれ独立に制御する電流制御回路を付加すれば、全く同様の処理で本発明を実施することができる。

また、本発明の説明では、周波数の測定方法として、正側のピークと負側のピークの周期または零クロスポイント間の周期を測定する方法について説明したが、一般的に確立されている周波数の検出方法を用いることでも、交流電動機の速度の推定は可能である。

## 【0015】

### 【発明の効果】

以上のように、本発明の第1の実施の形態によれば、交流電動機の再始動時に前記交流電動機に流れる電流が設定した電流レベル以上の状態で設定した時間継続した場合には、回転方向あるいは速度の推定を間違えたと判断して、再度直流電流あるいは直流電圧を印加して、前記交流電動機の回転方向及び速度を推定するようにしているので、フリーラン状態の交流電動機をスムーズに再始動することができる。

また、本発明の第2の実施の形態によれば、任意の直流電流の印加時間を前記交流電動機の推定速度の下限値もしくは二次回路時定数の長い方を設定すること

により、最適な直流電流印加時間により、前記交流電動機の回転方向及び速度を確実に推定するようにしているのもので、同じくフリーラン状態の交流電動機をスムーズに再始動することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明における交流電動機の制御装置の第 1 の実施形態の構成を表すブロック図である。

##### 【図 2】

交流電動機が正転でフリーランしているときに直流電流を与えた場合のトルク電流検出値  $i_{qfb}$  の変化を表す線図である。

##### 【図 3】

交流電動機が逆転でフリーランしているときに直流電流を与えた場合のトルク電流検出値  $i_{qfb}$  の変化を表す線図である。

##### 【図 4】

交流電動機が低速でフリーラン中に直流電流を与えた場合のトルク電流検出値  $i_{qfb}$  の変化を表す線図である。

##### 【図 5】

交流電動機の二次回路時定数が長い例での直流電流を与えた場合のトルク電流検出値  $i_{qfb}$  の変化を表す線図である。

##### 【図 6】

第 1 の実施形態の構成を表すフロー図である。

#### 【符号の説明】

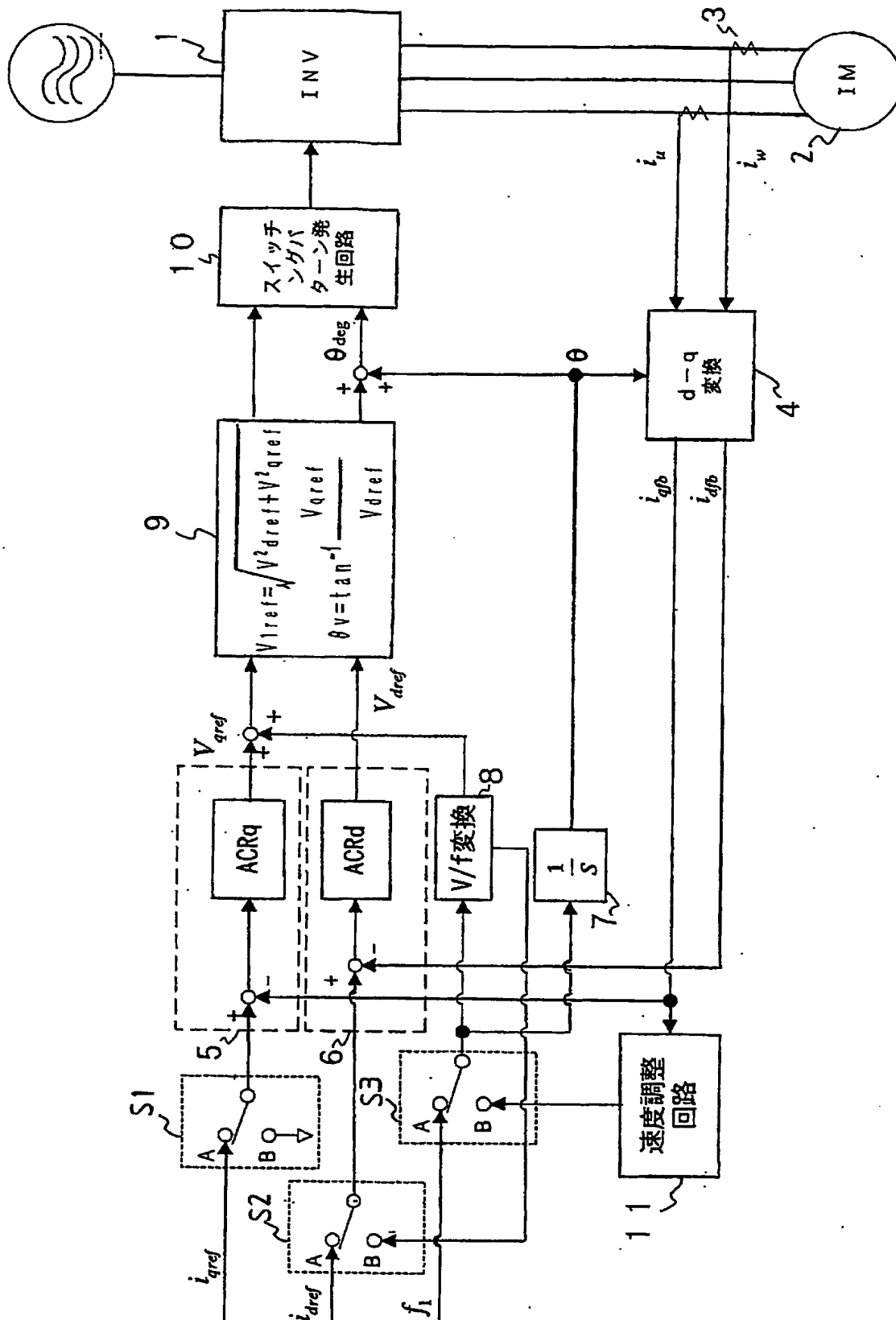
- 1 電力変換器
- 2 交流電動機
- 3 電流検出器
- 4 電流座標変換回路
- 5 トルク電流制御回路
- 6 励磁電流制御回路
- 7 位相演算回路

- 8 V／f 変換回路
- 9 出力電圧演算回路
- 1 0 スイッチングパターン発生回路
- 1 1 周波数調整回路

【書類名】

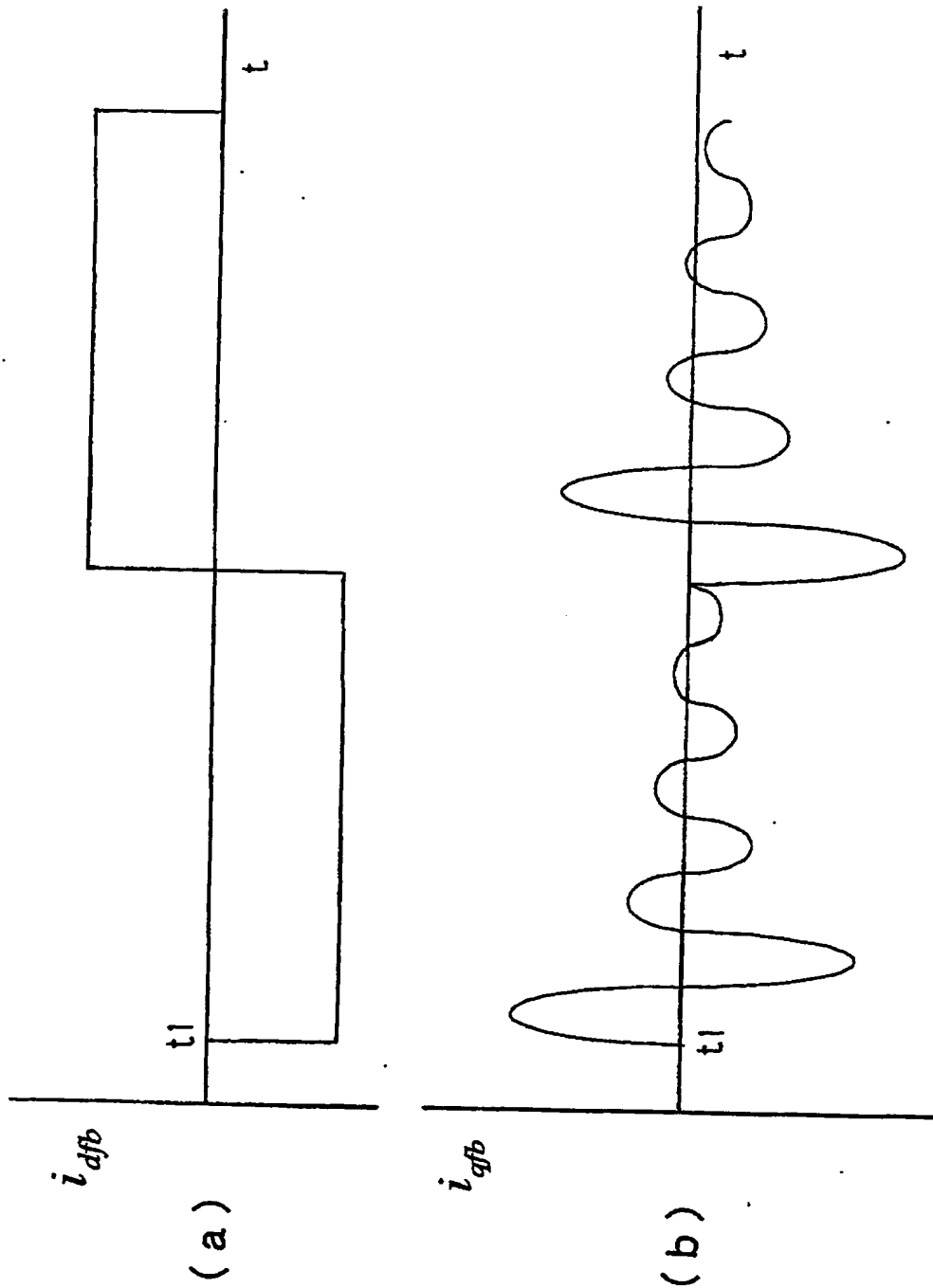
図面

【図 1】

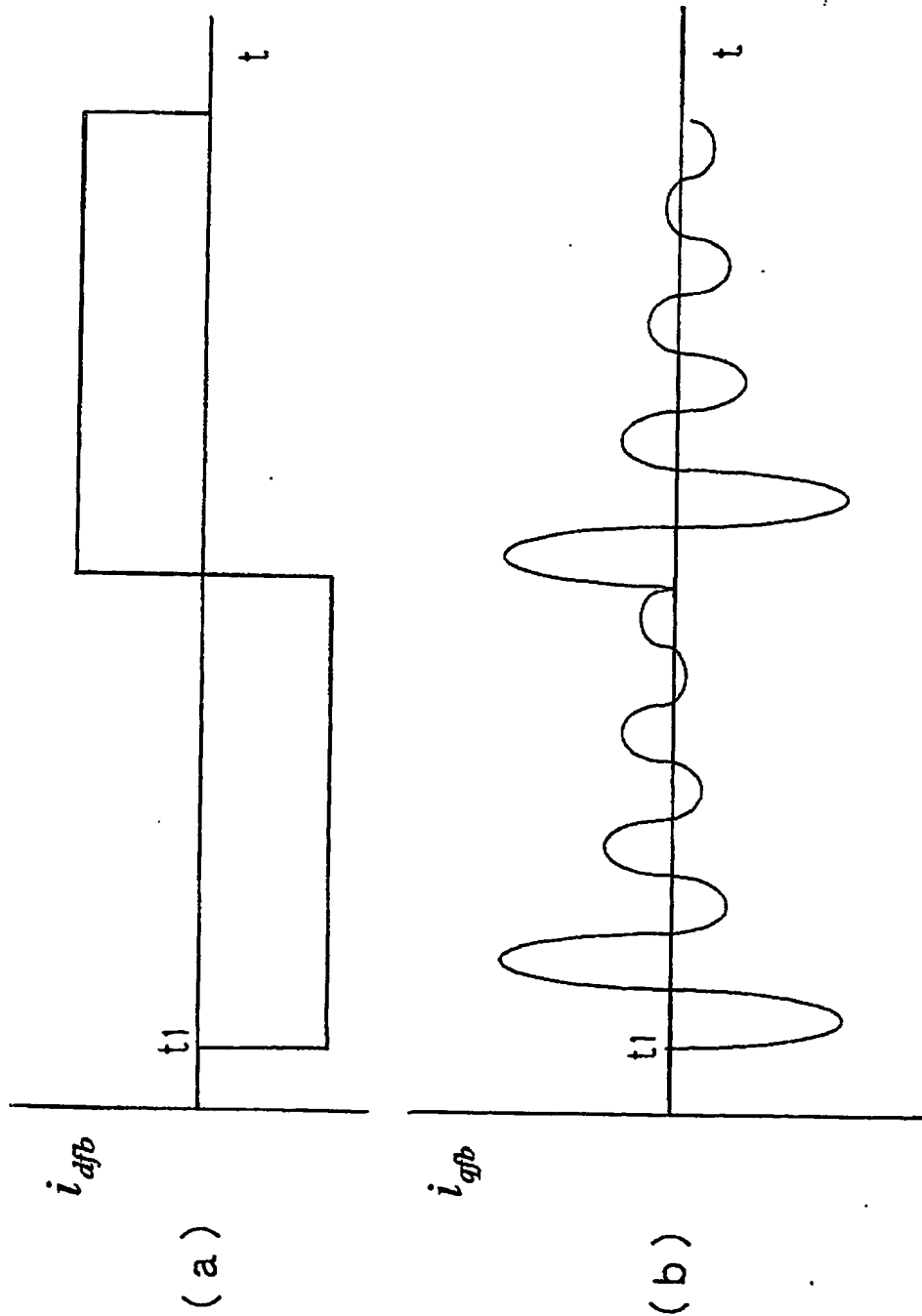




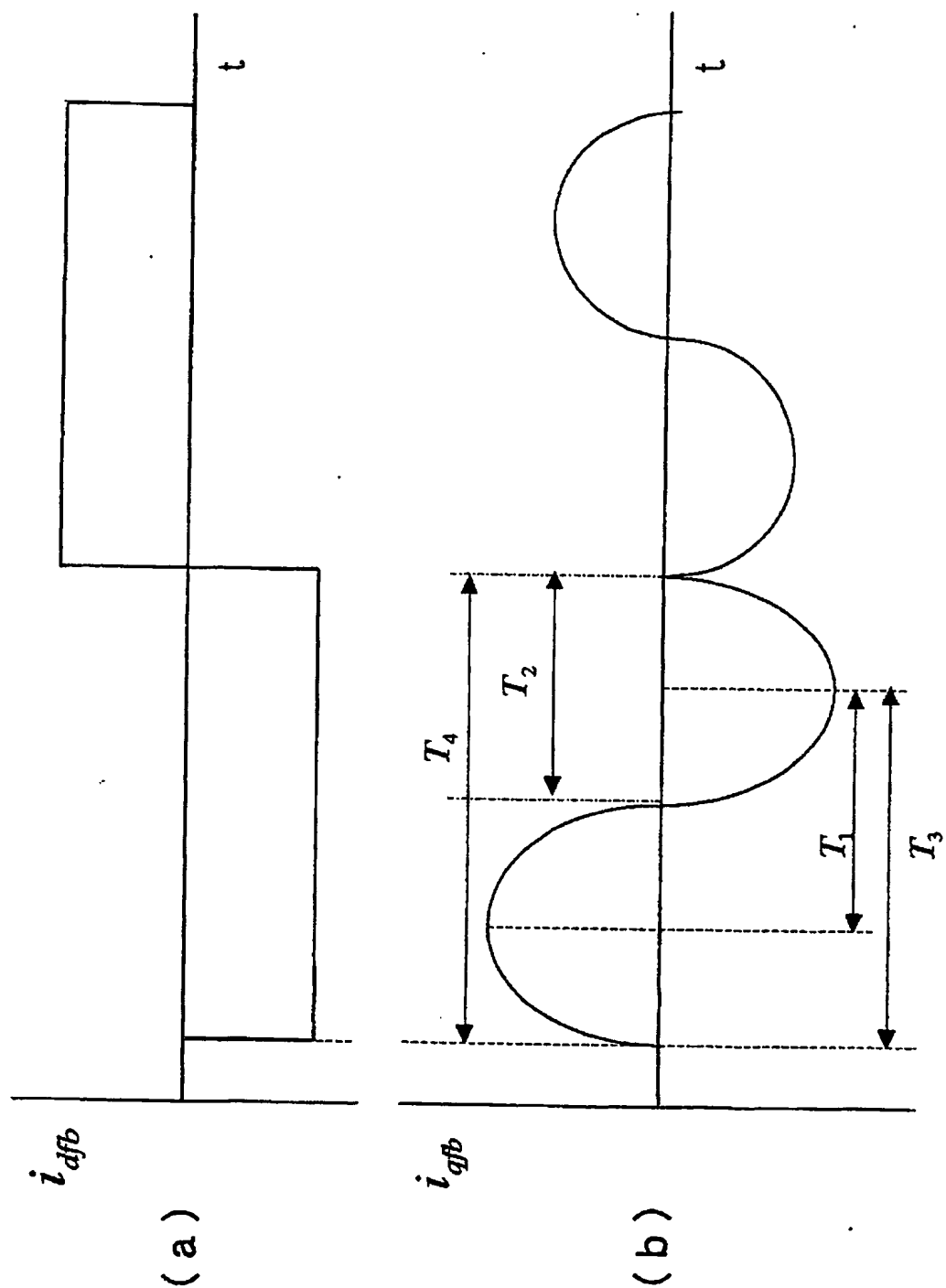
【図 2】



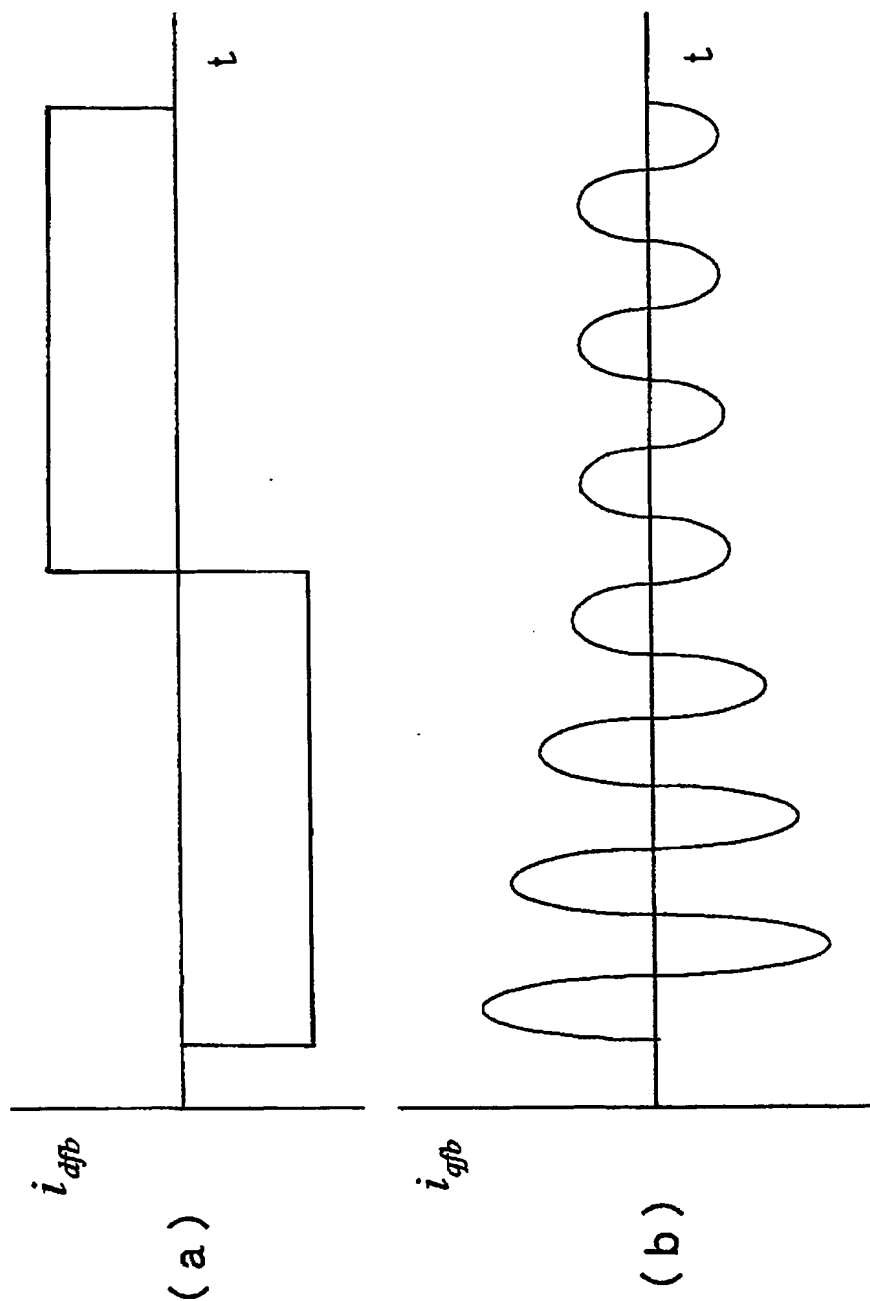
【図 3】



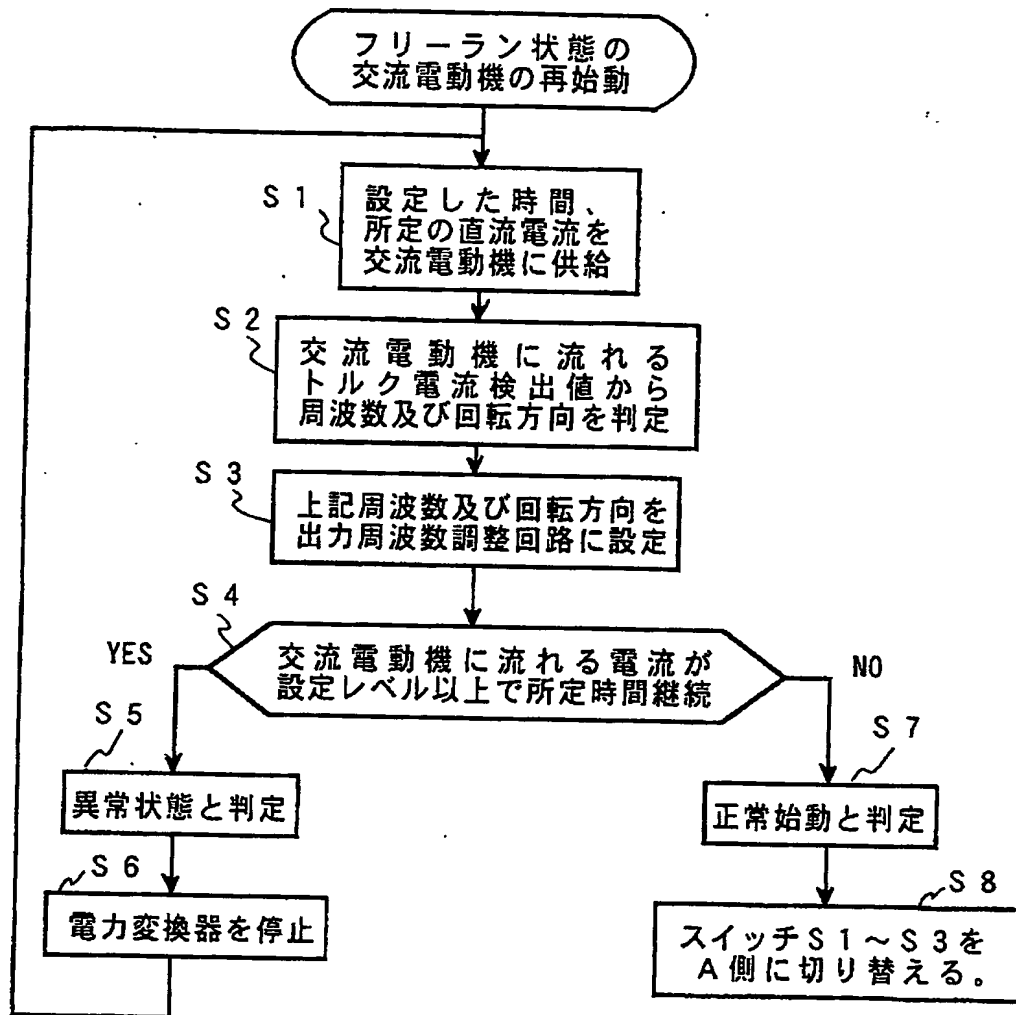
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フリーラン状態の交流電動機をスムーズに再始動することができる交流電動機の制御方法及び制御装置を提供する。

【解決手段】 交流電動機 2 の再始動時に前記交流電動機 2 に流れる電流が設定した電流レベル以上の状態で設定した時間継続した場合には、回転方向あるいは速度の推定を間違えたと判断して、再度直流電流あるいは直流電圧を印加して、前記交流電動機 2 の回転方向及び速度を推定するようにした。

【選択図】 図 1

特願 2002-198712

出願人履歴情報

識別番号

[000006622]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

福岡県北九州市八幡西区大字藤田2346番地

氏 名

株式会社安川電機製作所

2. 変更年月日

1991年 9月27日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

氏 名

株式会社安川電機